

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

**2 506 939**

(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 10454**

(54) Dispositif de mesures de caractérisation d'une fibre optique.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). G 01 M 11/02; G 01 B 11/00; G 02 B 5/16.

(22) Date de dépôt..... 26 mai 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 48 du 3-12-1982.

(71) Déposant : Société dite : LIGNES TELEGRAPHIQUES ET TELEPHONIQUES, société anonyme,  
résidant en France.

(72) Invention de : Michel Faure, Philippe Richin, Yannick Bourbin, Jean-Yves Regeffe et Jacques  
Dubos.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Philippe Guilguet, Thomson-CSF, SCPI,  
173, bd Haussmann, 75360 Paris Cedex 08.

## DISPOSITIF DE MESURES DE CARACTERISATION D'UNE FIBRE OPTIQUE

La présente invention a pour objet un dispositif de caractérisation d'une fibre optique, c'est-à-dire qui réalise un ensemble de mesures destinées à définir les caractéristiques optiques d'une fibre optique quelconque, telles que diamètre, profil d'indice de réfraction dans une section droite, ouverture numérique, atténuation, bande passante, etc.

Il est connu de procéder à de telles mesures pour caractériser une fibre optique, mais les mesures sont en général réalisées séparément et consistent à chaque fois à positionner très précisément la fibre optique par rapport à un émetteur et un récepteur optiques puis procéder à la mesure considérée. Une telle méthode de caractérisation fait appel à un personnel spécialisé et l'immobilise pendant un temps long, de l'ordre de plusieurs heures.

La présente invention a pour objet un dispositif permettant la réduction du temps de caractérisation d'une fibre optique, ainsi que l'automatisation des opérations successives, grâce à la réunion sur un même bâti des dispositifs nécessaires à ces différentes opérations, et au positionnement unique de la fibre à caractériser en bout du bâti, ce qui permet en outre une réduction de l'encombrement total.

Plus précisément, le dispositif selon l'invention comporte :

- des moyens de positionnement sur un bâti de la fibre optique à caractériser ;
- une pluralité de bancs de mesure, comportant chacun au moins un émetteur d'énergie rayonnée dans la fibre et un récepteur de cette énergie après propagation dans cette fibre, placés sur le bâti ;
- des moyens assurant la connexion optique de la fibre avec l'émetteur et le récepteur correspondants d'un même banc, ces moyens étant uniques et mobiles, de façon à assurer la connexion à

la fibre successivement de chacun des bancs.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description ci-après, donnée à titre d'exemple non limitatif et illustrée par les dessins annexés, qui représentent :

- 5 - la figure 1, le schéma général du dispositif selon l'invention, vu de dessus ;

- la figure 2, a et b, deux schémas explicatifs d'un mode de réalisation du positionnement des moyens de connexion optiques utilisés dans le dispositif de l'invention.

- 10 Sur ces différentes figures, les mêmes références se rapportent aux mêmes éléments.

Le dispositif selon l'invention, tel que représenté sur la figure 1 vu de dessus, comporte un bâti 2, comportant un ou plusieurs rails non représentés sur lesquels est susceptible de se déplacer un chariot 3 selon un axe XX. Le bâti comporte deux éléments 21 et 22 à l'une de ses extrémités, assurant la connexion et le positionnement précis des deux extrémités 11 et 12, respectivement, d'une fibre optique 1. Le bâti 2 porte également des dispositifs repérés 23 assurant le positionnement du chariot 3 en un certain nombre d'emplacements prédefinis (six sur la figure), les dispositifs 23 coopérant avec un dispositif 33 placé sur le chariot 3. Le chariot 3 comporte en outre deux miroirs faisant un angle de 45° avec l'axe XX.

Le long du bâti 2 sont disposés un certain nombre de bancs de mesure, par exemple cinq repérés globalement 5, 6, 7, 8 et 9, ainsi que deux dispositifs de visualisation du positionnement de la fibre 1 dans les connecteurs 21 et 22 sur la figure, pour simplifier, l'un seulement de ces deux dispositifs est représenté sous le repère 4, dont la fonction est la visualisation de la face de sortie de la fibre, l'autre dispositif réalisant la visualisation de la face d'entrée, étant analogue et non décrit ici. Chacun des bancs de mesure 5-9 ainsi que les dispositifs de visualisation comportent un émetteur d'énergie rayonnée, disposés par exemple sur un même côté du bâti 2, cette énergie étant émise dans une direction normale à l'axe XX et

transformée en un faisceau parallèle par une lentille 24, et un récepteur de cette énergie rayonnée après son passage dans la fibre 1, la réception se faisant également normalement à l'axe XX, après focalisation par une lentille 25, située de l'autre côté du bâti 2, dans le cas des bancs 4, 6-9.

Le dispositif de visualisation 4 comporte donc un émetteur 41, émettant une énergie lumineuse transformée en un faisceau parallèle par la lentille 24, se réfléchissant sur le miroir 31 lorsque le chariot 3 est placé au droit du dispositif 4. Après propagation dans la fibre 1, le faisceau lumineux est réfléchi par le miroir 32 puis focalisé par la lentille 25 dans un dispositif de réception 42, qui a pour fonction de visualiser la face de sortie 12 de la fibre 1 afin de permettre sa mise en place correcte dans le connecteur 22. Ce récepteur 42 peut être par exemple une caméra de télévision, transmettant le signal à visualiser à un écran 43.

Le premier banc de mesure, repéré 5, a par exemple pour fonction la mesure de l'atténuation d'une fibre ainsi que la localisation éventuelle de défauts dans celle-ci, par la méthode connue de rétrodiffusion. Dans ce cas, le banc 5 comporte un émetteur-récepteur 51, qui assure à la fois l'émission de l'énergie rayonnée et sa réception, d'un même côté du banc 2. L'énergie est émise à la longueur d'onde d'utilisation de la fibre 1 ; elle se réfléchit une première fois sur la face d'entrée (11) de la fibre puis pénètre dans celle-ci ; elle est rétrodiffusée en partie pendant la propagation en fonction des défauts de la fibre, puis subit une réflexion à l'autre extrémité (12) de la fibre. L'énergie réfléchie ou rétrodiffusée est détectée à l'aide d'une lame semi-réfléchissante placée sur le trajet de l'énergie émise puis une photodiode, l'ensemble étant inclus dans le bloc 51 sur la figure. Ce bloc 51 est relié à un dispositif 52, qui est constitué soit par un oscilloscope, de préférence à échantillonnage pour permettre le traitement des mesures résultantes par un calculateur numérique, soit par un échantillonner-intégrateur qui permet de minimiser l'importance du bruit dans le signal reçu. Les données fournies par le dispositif 52 sont dirigées vers un circuit

d'aiguillage 53 qui oriente les données vers un voltmètre 55, qui doit être également numérique, transmettant ces mesures à un calculateur 54. Le calculateur 54 commande en outre un dispositif d'affichage 56, qui comporte par exemple un traceur de courbes.

5 A titre d'exemple, l'énergie lumineuse émise est une suite d'impulsions de 80 ns de longueur, répétées avec une fréquence de quelques dizaines de KHz, l'onde lumineuse ayant une longueur d'onde de 0,85 um.

10 Le deuxième banc de mesure, repéré globalement 6, a pour fonction la détermination de l'ouverture numérique de la fibre 1, mesure habituellement appelée de "champ lointain". L'ouverture numérique est définie comme étant le sinus du demi-angle au sommet du cône dans lequel se trouvent 90 % de la puissance lumineuse sortant d'une fibre.

15 Le banc 6, selon un processus analogue à celui des bancs 7 à 9, comporte un dispositif émetteur 61, fixé sur un côté du bâti 2, qui émet une énergie rayonnée à la longueur d'onde d'utilisation de la fibre, cette énergie étant transformée en faisceau parallèle par une lentille 24 ; ce faisceau se réfléchit sur le miroir 31 lorsque le 20 chariot 3 est au droit du banc 6 ; il est alors dirigé vers l'entrée 11 de la fibre 1, se propage dans cette dernière, en ressort par le connecteur 22, se réfléchit sur le miroir 32 du chariot 3 pour être reçu par un dispositif récepteur 62, fixé sur l'autre côté du bâti 2.

25 Le récepteur 62 est mobile et comporte une photodiode divisée en quatre cadrants, asservie en position latérale (dans un plan parallèle à XX) à l'aide d'une partie de l'énergie lumineuse envoyée par la fibre, de façon à ce qu'elle se place au centre du faisceau réfléchi. Lorsque ce positionnement latéral de la photodiode est réalisé, on additionne les signaux électriques recueillis par les 30 quatre cadrants. Dans une étape suivante, la photodiode est reculée, selon une direction normale à l'axe XX (flèche 63), jusqu'à ce que la puissance qu'elle recueille ne soit plus que 90 % de la puissance initiale, ce qui permet de déterminer l'ouverture numérique. Dans ce processus, le signal issu de la photodiode quatre cadrants est transmis

au dispositif 52 puis au voltmètre 55 par l'intermédiaire du dispositif d'aiguillage 53, le voltmètre transmettant le résultat de ces mesures au calculateur 54 qui permet l'affichage dans le dispositif 56 de l'ouverture numérique résultante.

5 En outre, dans une variante, le calculateur 54 assure le déplacement du récepteur 62 selon la direction 63 par une commande figurée par une flèche pointillée 64 sur la figure, jusqu'à une distance où n'est plus reçue que 90 % de la puissance initiale sur le récepteur.

10 Le banc de mesure suivant, globalement repéré 7 et appelé mesure de "champ proche", a pour objet la détermination des caractéristiques géométriques, c'est-à-dire principalement le diamètre de coeur, de gaine, les ellipticités et excentricités, et les variations de l'indice de réfraction d'une fibre dans une section droite.

15 Ce banc de mesure se compose d'un émetteur 71, émettant un faisceau lumineux monochromatique à la longueur d'onde d'utilisation de la fibre, qui, selon le même processus que précédemment, est reçu par un récepteur 72. Ce récepteur est constitué par une matrice à deux dimensions de photodiodes montées en caméra ou bien par une barrette unidimensionnelle de photodiodes, susceptible de se déplacer pour donner une image à deux dimensions de la puissance optique dans une section droite de la fibre. Dans tous les cas, l'image obtenue est analysée en lignes parallèles, de façon à 20 obtenir une courbe de variation de la puissance optique, courbe qui est échantillonnée par le dispositif 52 et dirigée vers le voltmètre 55 par l'intermédiaire du commutateur 53, afin d'être finalement traitée par le calculateur 54.

25 Le banc de mesure suivant, repéré 8 sur la figure, a pour fonction la détermination de la bande passante de la fibre optique I. Différentes méthodes sont connues ; on utilise par exemple celle qui consiste à envoyer à l'aide d'un émetteur 81 un train d'impulsions très étroites (de largeur inférieure à la nanoseconde) et répétitive (par exemple de l'ordre de 30 KHz) dans la fibre I à l'aide du

chariot 3 comme précédemment, le faisceau lumineux sortant de la fibre étant dirigé vers un récepteur 82 constitué par exemple par une simple photodiode, qui transmet le signal à un analyseur de spectre 83, lequel fournit les données au calculateur 54. Le signal obtenu est constitué de pics de hauteur variable et espacés de la fréquence de répétition précédente (30 KHz par exemple) et donne par détection d'enveloppe la fonction de transfert de la fibre, dont on déduit la bande passante à 3 dB.

Le dernier banc de mesure représenté sur le schéma, repéré 9, réalise la mesure de l'atténuation spectrale de la fibre 1, pour des longueurs d'onde variant dans une plage donnée (par exemple de 0,6 um à 1,6 um).

Ce banc comporte un émetteur 91, constitué par une source lumineuse monochromatique dont la longueur d'onde est susceptible de varier dans une certaine plage, suivie par un dispositif transformant ce rayon lumineux en un signal en crêtes de fréquence donnée, par exemple 470 Hz, par exemple par hachage du faisceau lumineux par un disque à trous tournant. Après propagation dans la fibre 1, le signal lumineux est reçu par un récepteur 92, constitué de préférence par une photodiode au germanium, suivie par un amplificateur à bande étroite transmettant le signal au calculateur 54 par l'intermédiaire du dispositif de commutation 53. La mesure s'effectue de la façon suivante : l'atténuation est mesurée pour une longueur déterminée ( $L_1$ ) de fibre, puis la fibre est coupée et la mesure est refaite dans les mêmes conditions pour la longueur ( $L_2$ ) restante ; par différence, on obtient l'atténuation pour la longueur  $L_1 - L_2$  en s'affranchissant des conditions d'injection.

La figure 2 représente deux schémas (a et b) illustrant un mode de positionnement optique précis du chariot 3 par le calculateur 54.

Sur le schéma 2a, on a représenté vu de dessus l'un des dispositifs 23 situé sur le banc 2 au droit de chacun des ensembles 4 à 9.

Ce dispositif comporte une source lumineuse 26 émettant un

faisceau lumineux 27 dans une direction ZZ perpendiculaire à l'axe XX précédent, avec un angle d'ouverture défini  $\alpha$ . Sur le même axe ZZ, on a placé à une distance déterminée L un dispositif de détection 28, tel qu'une photodiode, de dimensions données, 5 détectant une fraction du faisceau lumineux 27 ; le signal détecté est adressé au calculateur 54.

Le schéma 2b représente le même dispositif 23, toujours vu de dessus, avec sa source 26 et sa diode détectrice 28, mais en présence du chariot 3. Le dispositif 33 du chariot 3, qui est destiné à 10 coopérer avec chacun des dispositifs 23, est constitué par une lentille convergente cylindrique, dont l'axe est normal aux axes XX et ZZ. Cette lentille est placée sur le chariot 3 de telle sorte que lorsque celui-ci est correctement positionné entre l'émetteur et le récepteur d'un banc de mesure, c'est-à-dire lorsque les miroirs 31 15 et 32 que porte ce chariot sont situés au niveau des lentilles 24 et 25, l'axe de la lentille cylindrique soit placé sensiblement dans l'alignement des éléments 26 et 28 du dispositif 23. De la sorte, en présence du chariot 3, une partie du faisceau 27 (d'angle au sommet  $\beta$ ) converge vers la diode détectrice 28 ; l'énergie lumineuse 20 incidente étant alors plus forte, le signal fourni par la diode 28 au calculateur 54 est plus élevé. A titre d'exemple, le signal détecté dans le cas du schéma 2a peut être de l'ordre de 0,2 volts, alors qu'il est de l'ordre de 5 volts dans le cas 2b. Un dispositif à seuil permet au calculateur de savoir si le chariot est effectivement positionné 25 correctement en face de l'un des ensembles 4 à 9 ou non.

En outre, dans une variante de réalisation, le signal lumineux émis par la source 26 n'est pas un signal continu mais une suite d'impulsions, dont le nombre est fonction de la position de la source 26 considérée : par exemple la source 26 correspondant à 30 l'ensemble 4 émet une seule impulsion, la source 26 correspondant à l'ensemble 5 émet deux impulsions, et ainsi de suite jusqu'à la source 26 correspondant à l'ensemble 9 qui émet dans cet exemple six impulsions ; de la sorte, est réalisé un adressage : lorsqu'une commande d'un test déterminé est appliquée au calculateur 54, le

calculateur commande le déplacement du chariot 3 jusqu'à ce que le signal que lui fournit l'une des diodes 28 corresponde non seulement à la présence du chariot mais également à la bonne adresse.

Il est à noter que les dispositifs 23 et 33 d'une part, 24, 25, 31  
5 et 32 d'autre part, ne doivent pas se gêner mutuellement. A cet effet il est possible de les situer dans des plans différents (parallèlement au plan de la figure 1) et/ou de placer l'ensemble 23.33 entre les miroirs 31 et 32 comme représenté sur les figures.

Bien entendu, d'autres modes de positionnement du chariot  
10 sont possibles, l'exigence principale à satisfaire étant la précision.

Il a été décrit ci-dessus un dispositif de mesures de caractérisation de fibres optiques permettant de ne réaliser la mise en place de la fibre à caractériser qu'une seule fois, sauf bien entendu dans les cas particuliers des mesures qui font appel à deux longueurs  
15 différentes de fibre, d'enchaîner automatiquement ou sur commande extérieure (flèche 57 sur la figure 1) les différentes mesures relatives à une même fibre, et par là un gain de temps très important, grâce à la fixité des bancs de mesure et de la fibre alliés au déplacement et au positionnement précis d'un chariot assurant la  
20 connexion optique de la fibre à l'émetteur et au récepteur d'un même banc.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de mesures de caractérisation d'une fibre optique, caractérisé par le fait qu'il comporte :

- des premiers moyens assurant le positionnement (21, 22) sur un bâti (2) de la fibre (1) à caractériser ;

5 - une pluralité de bancs de mesure (5-9), comportant chacun au moins un émetteur d'énergie rayonnée dans la fibre et un récepteur de cette énergie après propagation dans cette fibre, placés sur ce bâti (2) ;

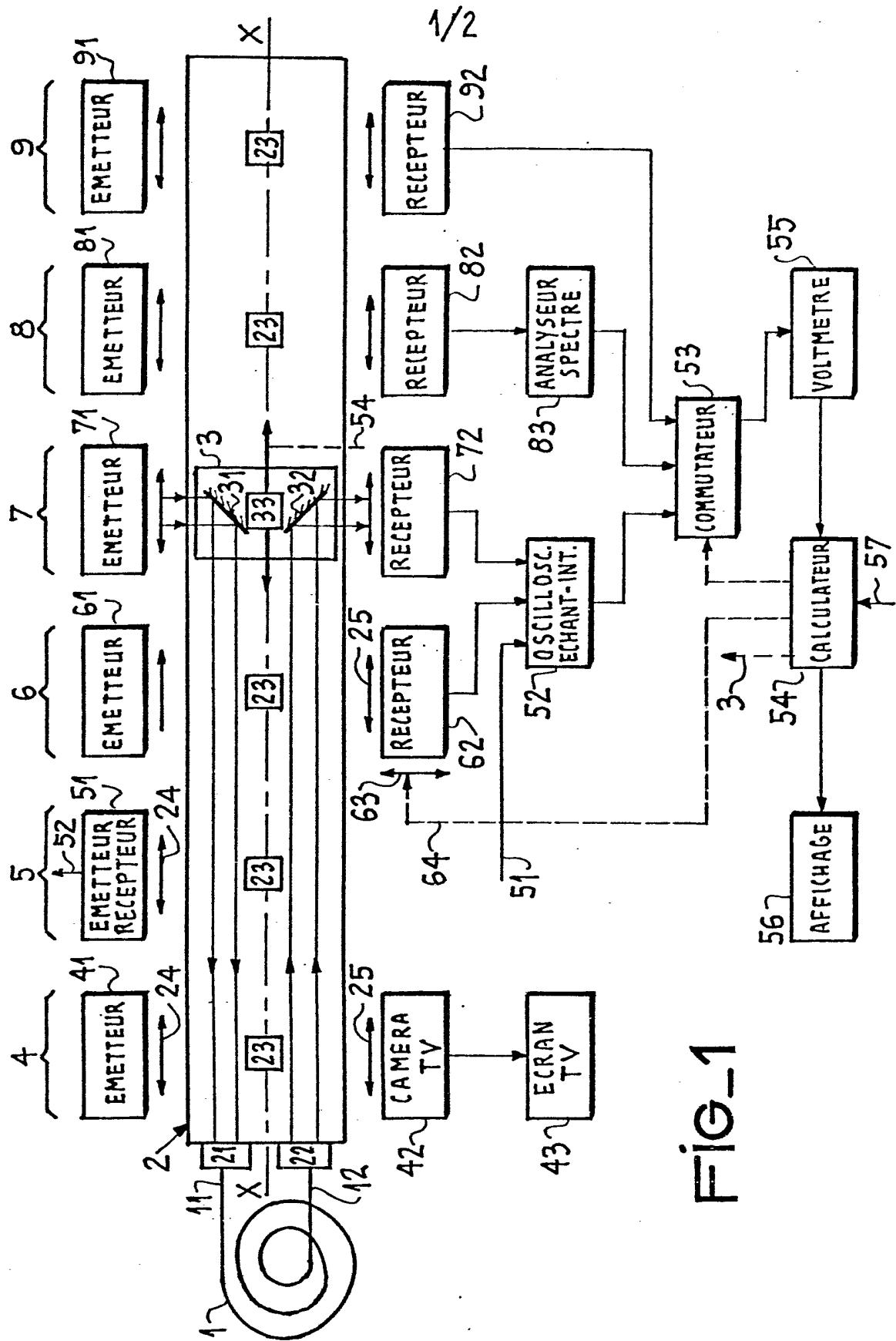
10 - des deuxièmes moyens (3) assurant la connexion optique de la fibre avec l'émetteur et le récepteur correspondants d'un même banc, ces moyens étant uniques et mobiles sur le bâti (2) de façon à assurer la connexion à la fibre successivement de chacun des bancs.

15 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les émetteurs sont susceptibles d'émettre de l'énergie rayonnée et les récepteurs de la recevoir, selon une première direction, que les moyens de positionnement (21, 22) de la fibre (1) sont tels que celle-ci reçoive et restitue l'énergie rayonnée selon une deuxième direction (XX), normale à la première, et que les moyens de connexion optique comportent un chariot (3), mobile sur le bâti selon 20 la deuxième direction (XX), portant au moins un premier miroir (31) permettant de renvoyer l'énergie émise, sensiblement selon la deuxième direction (XX), vers la face d'entrée (11) de la fibre (1), et un second miroir (32) recevant l'énergie restituée permettant de la renvoyer vers la première direction, mais en sens opposé de l'énergie émise.

25 3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé par le fait que les émetteurs et les récepteurs sont placés respectivement de part et d'autre du bâti (2) par rapport à la deuxième direction (XX).

30 4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte des troisièmes moyens (23, 33) assurant le positionnement des deuxièmes moyens (3) de connexion optique.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé par le fait que les troisièmes moyens (23, 33) comportent autant d'ensembles (23) émetteur (26)-récepteur (28) d'énergie lumineuse que de bancs de mesure (5-9), chacun de ces ensembles (23) étant solidaire du bâti 5 (2) et placé de telle sorte que, en coopération avec des quatrièmes moyens (33) optiques portés par les deuxièmes moyens (3), il assure le positionnement des deuxièmes moyens par rapport au banc de mesure correspondant.
10. 6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé par le fait que les quatrièmes moyens (33) comportent un dispositif réalisant la convergence d'au moins une partie de l'énergie lumineuse émise par un émetteur (26) des troisièmes moyens, vers le récepteur (28) correspondant.
15. 7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé par le fait que le dispositif réalisant la convergence est une lentille cylindrique.
20. 8. Dispositif selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé par le fait que chacun des émetteurs (26) des troisièmes moyens émet un signal différent, permettant ainsi l'adressage des bancs de mesure (5-9) correspondant.
25. 9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte en outre des moyens de visualisation (4) des sections droites d'entrée et de sortie de la fibre, comportant deux ensembles émetteur-récepteur d'énergie rayonnée placés sur le bâti.



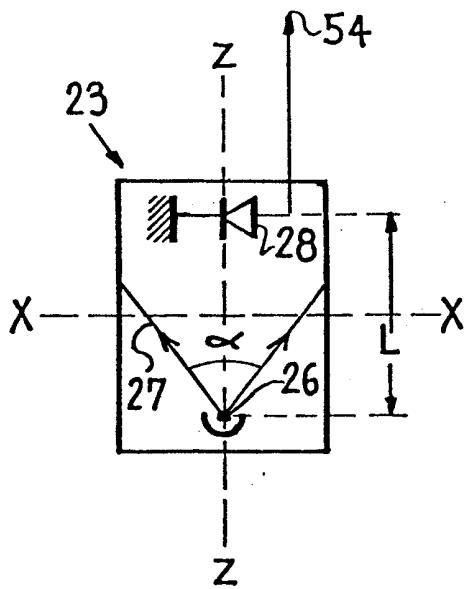
FIG\_1

2506939

2/2

# FIG\_2

(a)



(b)

